

Mechanik und Statik der unteren totalen
Prothese mit besonderer Berücksichtigung der
Muco-Seal-Abdruckmethode

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der
Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von

ANGELO CODONI

von Cabbio (Tessin)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. W. Wild

Zürich 1949

Buchdruckerei Berichthaus



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Mechanik und Statik der unteren totalen
Prothese mit besonderer Berücksichtigung der
Muco-Seal-Abdruckmethode

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der
Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von

ANGELO CODONI

von Cabbio (Tessin)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. W. Wild

Zürich 1949

Buchdruckerei Berichthaus



Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

I. Geschichtlicher Überblick	5
II. Anatomie des Unterkiefers	9
III. Die Mechanik der unteren totalen Prothese	11
IV. Die Analyse der Statik der totalen unteren Prothese	12
V. Unterschiede zwischen unbezahnem Ober- und Unterkiefer für den Bau einer totalen Prothese	15
VI. Die Muco-Seal-Abdruckmethode	16
VII. Zusammenfassung	24
VIII. Literaturverzeichnis	25

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich – Prothetische Abteilung
 Leiter: Prof. Dr. med. W. Wild

Mechanik und Statik der unteren totalen Prothese mit besonderer Berücksichtigung der Muco-Seal-Abdruckmethode

von *Angelo Codoni*

616.314 089.28 × 23] × 128

I. Geschichtlicher Überblick

Pierre Fauchard (1690–1762) verhalf der Zahnheilkunde zu einem großen Aufschwung (Diss. *Neithardt*), indem er nicht wie seine Vorgänger nur partielle, sondern auch totale Prothesen herzustellen versuchte. Der Herstellung von funktionstüchtigen unteren totalen Prothesen stellten und stellen sich immer noch große Schwierigkeiten entgegen, vor allem was den Halt anbetrifft, welchen man mit allen möglichen Konstruktionen zu verbessern versuchte. Federmechanismen wurden zur Unterstützung herangezogen, die aber viele Nachteile aufwiesen, wie: viele Reparaturen, Wundreiben der Wangen, schlechte Hygiene und Atrophie des Alveolarkammes infolge des fortwährenden starken Druckes. Als Basismaterial verwendete *Fauchard* Hippopotamus und Elfenbein, indem er prothesengroße Stücke mittels des «Touchiervfahrens» den Gipsmodellen anpaßte.

Im 19. Jahrhundert wurden Prothesen aus Porzellan hergestellt, die aber wegen starker Schrumpfung während des Brennprozesses und daher ungenauen Passens und großer Bruchgefahr keinen erwähnenswerten Anklang fanden.

Die Erfindung des vulkanisierten Kautschuks und seine Verwendung für zahnärztliche Zwecke erlaubte die Herstellung von Prothesen mit genauen Kieferreproduktionen. Dem Abdruckproblem wurde schon früh große Beachtung geschenkt. Man erkannte sehr bald, daß die Kenntnis der anatomischen und physiologischen Verhältnisse in der Mundhöhle wichtig ist. Im Gegensatz zur früheren Anpassung im Schnitzverfahren wurden Abdruckmaterialien verwendet, die einen möglichst genauen Abdruck garantierten. Es sind aber Kräfte vorhanden, die sich erst bei den physiologischen Bewegungen des Mundes auswirken (*Wannemacher*, nach *Bolz*), wie zum Beispiel Muskelsätze und bewegliche Schleimhautbänder.

Im folgenden befassen wir uns mit der geschichtlichen Entwicklung der verschiedenen Abdruckmethoden, soweit sie von Interesse für unser Thema ist. Eine Prothese, die nur nach dem anatomischen Abdruck hergestellt wird, zeigt häufig Druckstellen und Loslösen von der Unterlage bei funktioneller Beanspruchung. Es werden Schleimhautteile und Muskelansatzstellen bedeckt, die durch diese Abdruckmethode nicht sichtbar gemacht werden und deren nachträgliche Berücksichtigung den Halt der Prothese meist nicht verbessern. Der sogenannte physiologische Abdruck wurde schon von *Schrott* 1864 eingeführt. Nach Fertigstellung der oberen und unteren totalen Prothese mit Hilfe eines anatomischen Abdruckes unterfütterte er dieselben mit Guttapercha und ließ unter Federdruck alle möglichen Bewegungen ausführen. *Momme* verwendete Wachs als Unterfütterungsmaterial. Die Amerikaner *Green*, *Supplee* und *Tench* schufen die GST-Abdruckmethode, welche sich den Einfluß des Luftdruckes auf den Halt der Prothese zunutze machte. Dies ist aber nur bei nicht stark resorbierten Alveolarkämmen möglich, denn nur in diesem Falle wird die Prothese leicht an Ort und Stelle gehalten. Bei stark resorbiertem Unterkieferkamm hingegen, wo der orale Rand bis auf die Linea mylohyoidea resorbiert ist und der bucco-faziale Rand einen direkten Übergang von der harten Knochenunterlage in die bewegliche Schleimhaut zeigt, ist der Erfolg dieses Saugventils fraglich. An Stelle von *Kerr* empfahl *Gysi*, auf Grund von Untersuchungen *Köhlers*, Gips, da es unmöglich sei, individuelle Abdrucklöffel mit *Kerr* zentrisch einzuführen. Die Druckverteilung sei ungleichmäßig und unkontrollierbar.

Es gab immer wieder Anhänger der verschiedenen Abdruckmate-

rialien, die mit geringfügigen Änderungen oder Kombinationen einen besseren Abdruck zu erzielen suchten.

Die Abdruckmethoden, welche im Laufe der Zeit geschaffen wurden, beruhen auf verschiedenen Auffassungen der Autoren in bezug auf die Funktion der Prothese.

Zur Verbesserung des Haltes der unteren totalen Prothese wurde auch die Wangen- und Lippenmuskulatur herangezogen. *Köhler* empfahl, eine rundliche Grube in der Wange am Vorderrand des Masseters gegenüber dem ersten Molaren durch einen an der Prothese angebrachten Füllkörper aus Kautschuk zum Halt zu verwenden.

Falk und *Haskell* beschrieben einen leistenförmigen Kautschukwulst längs den Molaren als Retention, die durch den Druck der Wangenmuskulatur auf diesen Wulst bedingt sei.

Milner, *Ulsaver* und *Mansfield* führten «Flantschen» unter die Zunge, die in der Molarengegend, oberhalb der Linea mylohyoidea an der Prothese befestigt waren.

Brill wollte den Schwierigkeiten auf chirurgischem Wege beikommen, indem er epithelisierte Kanäle schuf, in welche er an der Prothese befestigte Kautschukzapfen versenkte. Bei stark atrophischen Unterkiefern konnte er diese Kanäle jedoch nur in der Nähe des Angulus mandibulae anlegen. Ferner versuchte *Wassmund* die Vergrößerung der tragfähigen Kieferoberfläche durch Verlegung der Umschlagsfalten, Verlagerung der Muskelansätze abseits von den Auflagepunkten der Prothese und Bildung eines Alveolarfortsatzes. Schließlich vertraten *Pichler-Trauner* die Auffassung, durch Exzision des submukösen Gewebes eine zum Knochen unverschiebbliche Prothesenunterlage zu schaffen. Die Verankerung der Prothese mit dem Kiefer mittels Drähten und Stiften, welche durch Prothese und Alveolarfortsatz geführt wurden, oder mit Porzellanwurzeln, die an der Prothese befestigt und in natürliche oder künstlich gebildete Alveolen versenkt wurden, sollten ihr größeren Halt verleihen. Letztere Methoden kommen aber in der Praxis wegen ihrer umständlichen Handhabung kaum zur Anwendung.

Auch Gummisauger und Saugkammern verwendete man zur Stabilisierung der unteren Prothese. Die Nachteile waren aber größer als die Vorteile.

Eltner zeigte, daß die Kaukraft zur Erhöhung des Haltes heran-

gezogen werden könne. Er brachte hinter den letzten Molaren oben und unten je eine schiefe Ebene an, deren Neigungswinkel so beschaffen sein mußte, daß sie sich bei den Kieferbewegungen stets berührten. Bei einer andern Konstruktion war die schiefe Ebene sogar dachförmig geformt, deren Winkel senkrecht über dem Alveolarfortsatz und in seinem Verlauf war. Dieser Winkel mußte in jedem Falle bestimmt werden, damit die Ebenen bei Seitwärtsbewegungen immer Kontakt hatten und so den Halt garantierten.

Neil, Bowen und *Szabó* versuchten ungefähr zur gleichen Zeit (1920/23) die Prothesen mit Flügelfortsätzen zu verlängern, indem sie diese in die sogenannte Fovea retroalveolaris verlegten. Da die Basisfläche der unteren totalen Prothese gegenüber der oberen um etwa einen Drittel kleiner ist, ergab sich mit diesen Flügeln, nach der Meinung des Autors, eine zusätzliche Adhäsionsfläche. Um die gelegentlich weit nach distal und gegen das Foramen mandibulare reichenden Muskelansätze des *M. mylohyoideus* (*Diss. Wenger, SMfZ 1944, H. 54, S. 892*) zu überspringen, regte *Dolder* (*SMfZ 1946, H. 8, S. 749*) die Überbrückung der Crista mylohyoidea mit einem kurzen Metallstiel an. Eine Lingualpelotte aus Basisstoff wurde daran befestigt, die der untersichgehenden inneren Unterkieferfläche im Bereiche des Sulcus mylohyoideus, zwischen distalem Ansatz des *M. mylohyoideus* und *M. pterygoideus internus*, dicht anliegt.

Nebst den Flügeln in der Fovea retroalveolaris wurde die im Alter nachlassende Spannung der Mundbodenmuskulatur ausgenutzt und die Prothese bis unterhalb der Crista mylohyoidea ausgedehnt. Zur Vermeidung von Druckstellen mußte aber der scharfe Grat der Crista bei der Herstellung mit einer Zinnfolie bedeckt werden.

Das Ventilabdruckverfahren nach *Wild* bezieht sich mehr auf den Oberkiefer, und zwar für Adhäsionsformen, wo ausgezeichnete Resultate erreicht werden. Auch hier wird bei der Abdrucknahme eine Randgestaltung ohne Druckanwendung verlangt, wie dies bei dem noch zu besprechenden Muco-Seal-Abdruckverfahren näher beschrieben wird. Für den Unterkiefer stand bisher keine gleichwertige Methode zur Verfügung. Man mußte sich wegen der geringen Auflagefläche, besonders bei stark resorbierten Kämme, stets damit begnügen, daß die Prothese bei statisch richtiger Stellung der Zähne sich beim Kauen nicht bewegte.

II. Anatomie des Unterkiefers

Im Gegensatz zum Oberkiefer ist der Unterkiefer am Schädel relativ frei beweglich und dient den Kaumuskeln als Ansatz. Der Basalbogen, der beidseitig als Tragspange vom Gelenkfortsatz ausgehend sich am Kinn vereinigt, besitzt die Form einer Parabel. Darauf bauen sich Muskel-, Gelenk- und Zahnfortsatz auf. Im Gebiete der Molaren verengert sich der Alveolarfortsatz in bezug auf den Basalbogen, während er in der Front zurückbleibt und diesen als Kinnvorsprung vorragen läßt. Am reinsten tritt der Basalbogen beim Greis hervor, bei dem der Alveolarfortsatz durch Zahnverlust verlorengegangen und der Muskelfortsatz durch die verringerte Funktion geschwächt ist. Der Unterkiefer als Tragspange wird in einen horizontalen (*Corpus mandibulae*) und einen vertikalen (*Ramus mandibulae*) Anteil zerlegt. Wo sich die beiden vereinigen, liegt der *Angulus mandibulae*. Was hier besonders interessiert, ist die *Angulusgegend* (lingualwärts) und der *Corpus mandibulae*.

Der Kieferwinkel beträgt beim Neugeborenen etwa 150°. Mit der Ausbildung der Zähne nimmt dieser Winkel ab und erreicht beim Erwachsenen das Mittel von 120°. Mit dem Verlust der Zähne nähert sich die gesamte Form wieder dem kindlichen Typus, der Winkel nimmt wieder zu.

Entwicklungsgeschichtlich kann man die Kinnbildung vom Neandertaler an aufwärts bis zum rezenten Europäer verfolgen. Die Ursache ist in einer Wachstumsverschiebung zwischen *Proc. alveolaris* und Basalbogen zu suchen, und zwar tritt nicht nur der Alveolarfortsatz zurück, sondern der Basalbogen wächst aktiv weiter vor, um während des Zahnwechsels einer größeren Zahl von Zähnen Platz zu machen.

Der Unterkiefer des Greises ähnelt der Form nach dem kindlichen Kiefer, ist aber auf andere Weise zu seiner Form gekommen. Während der Unterkiefer des ersteren den ganzen Alveolarfortsatz verloren hat und nurmehr aus Basalbogen besteht, ist der kindliche Unterkiefer hauptsächlich Alveolarfortsatz auf einem schmalen Basalbogen.

Funktioneller Schädelaufbau

Die Konstruktion des Schädels mit seinen Verstrebungen muß vor allem den Ansprüchen genügen, die von seiten der Kaumuskul-

latur an ihn gestellt werden. Man kann feststellen, daß die Osteonzüge der Kompakta im Unterkiefer vorwiegend dem Basalbogen folgen und damit die Grundkonstruktion betonen. Auf diesen längsgefaserten Grundbogen baut sich der Alveolarfortsatz auf. Die langen Spongiosazüge laufen den Kompaktazügen im wesentlichen parallel, mit Ausnahme der Alveolar- und Gelenkfortsätze.

Mechanik des Kiefergelenkes

Die Unterkieferbewegungen sind abhängig von:

1. Bau des Gelenkes;
2. Impulsfolge der Kaumuskeln;
3. Zahnreihen und deren Lage zueinander.

Das Gelenk ist ein Glied dieses funktionellen Systems und muß mit diesem im Gleichgewicht bleiben, auch wenn das Gebiß im Laufe des Lebens Veränderungen erleidet.

Beim Menschen wie beim Omnivoren unterscheidet man 3 Bewegungsformen (*Wild*):

1. Öffnungs- und Schließbewegung;
2. Vor- und Rückwärtsbewegung;
3. Mahlbewegung.

Die häufigste Bewegung ist das Öffnen und Schließen. Beim Öffnen gleitet der Kondylus mit dem Diskus nach vorn und unten und macht gleichzeitig eine Scharnierbewegung. Diese Bewegung ist in einer zwangsläufigen Muskeltätigkeit begründet, bei der neben den Öffnern der *M. pterygoideus lateralis* eine bedeutsame Rolle spielt. Der Diskus teilt das Kiefergelenk in ein oberes Gleit- und ein unteres Drehgelenk.

Beim Neugeborenen ist das *Tuberculum articulare* noch nicht vorhanden. Im Greisenalter kann es mitsamt dem Diskus verlorengehen. Gelenkveränderungen können auch in Lückengebissen auftreten und sind in diesen Fällen als funktionelle Anpassungen aufzufassen.

Zahnbestand und Kieferform werden wahrscheinlich getrennt vererbt, und da die Zähne nicht anpassungsfähig sind, ist offenbar das Kiefergelenk der Teil, der durch Umbau die Anpassung zu vollziehen hat. So sind zum Beispiel gewisse Beziehungen zwischen Bezahnung

und Kiefergelenk der verschiedenen Bißarten feststellbar. Bei Zangenbiß findet man allgemein ein flaches Tuberkulum zur Begünstigung der Mahl- und Gleitbewegungen. Beim starken Überbiß, bzw. Scherenbiß hingegen ein steiles Tuberkulum und eine steile Schneidezahnführung.

Bei der Kaubewegung wirkende Muskelkräfte

Schließmuskeln:	M. temporalis
	M. masseter
	M. pterygoideus medialis
Vorzieher:	M. pterygoideus lateralis
Rückzieher:	M. temporalis (hinteres Drittel)
Öffnungsmuskeln:	M. mylohyoideus
	M. geniohyoideus
	M. biventer mandibulae
	M. pterygoideus lateralis

Mundboden-, Wangen- und Lippenmuskulatur und ihre Beziehung zum Unterkieferkamm

Der M. mylohyoideus bildet das Diaphragma oris, dessen Ansatzstelle bei senilen Kiefern an den oberen oralen Rand des Corpus mandibulae zu liegen kommt und nicht in die Prothesenbasis einbezogen werden darf.

Die Mm. geniohyoideus und genioglossus setzen an der Spina mandibulae an und können im Alter durch Schwund des Alveolarfortsatzes auch bis an den oberen Rand des Kieferkörpers reichen.

Auch im bucco-labialen Bereich haben verschiedene Muskeln Bedeutung für die Begrenzung der Prothesenauflagefläche. Die Mm. mentalis und triangularis haben Einfluß auf die Größe der labialen, der M. buccinatorius auf diejenige der bukkalen Kammpartie.

III. Die Mechanik der unteren totalen Prothese

Das mechanische Problem beruht darauf, die untere totale Prothese so zu konstruieren, daß sie sich auch in der Funktionsphase nicht von der Unterlage löst. Die Mechanik ist im Prinzip gleich wie jene der totalen oberen Prothese (*Wild*). Es sind rein mechanische Vorgänge, die eine Rolle spielen. Die Übertragung von Be-

wegungen auf die Schleimhaut äußert sich in etwaigen Druckstellen, doch wird die Schleimhaut nicht dauernd komprimiert wie bei bestimmten partiellen Prothesen.

Um der unteren totalen Prothese einen größeren mechanischen Halt zu verleihen, wird die Fovea retroalveolaris oral am aufsteigenden Ast zur Verankerung beigezogen, was besonders in Fällen, wo die Kämme niedrig und flach sind oder vollkommen fehlen, zu günstigen Resultaten führt. Die Fovea retroalveolaris gestattet eine Verankerung nach hinten außen, was die Bezeichnung der Prothese als « Snap-Denture » (*Wisán*) rechtfertigt.

Die Bewegungen sind Kippbewegungen und noch öfters Translationen (*Wild*). Bei hohen Kämmen ist die Kippbewegung größer, bei niedrigen handelt es sich eher um die Kompression der Schleimhaut auf der einen Seite. Besonders ein auf der Arbeitsseite nach bukkal gerichteter Druck erzeugt Kippbewegungen. Diese ungünstige Wirkung kommt namentlich bei starker Neigung der unteren künstlichen Zähne nach lingual zustande (starke Verwindung). Eine besonders große Bedeutung für die Bewegung der unteren Prothese kommt der Wirkung des Zungendrucks zu. Der Muskeldruck spielt im allgemeinen bei der unteren totalen Prothese eine größere Rolle als bei der oberen.

Wenn die Alveolarkämme in der sagittalen Richtung einen nach oben offenen Bogen, einen sogenannten Sattel, bilden, so gleiten die Prothesen, falls der Kaudruck nicht senkrecht auf die Fläche des Alveolarkammes einwirkt, in sagittaler Richtung. Diese Bewegung wird nur verhindert, wenn man eine dem Sattel parallel verlaufende Okklusionskurve anbringt, so daß der Kaudruck senkrecht auf den Kauflächenkomplex und die Unterlage trifft.

IV. Analyse der Statik der totalen unteren Prothese

Die Planung und Konstruktion der Prothese ist wesentlich von unserem Willen abhängig, und die zur Verfügung stehende Auflagefläche soll voll ausgenützt werden. Es ist auf jeden Fall nötig, einen funktionellen Abdruck mit einem individuellen Löffel zu nehmen. Die Zähne müssen aus statischen Gründen über der Kammlinie aufgestellt werden, da dies nebst einem guten Abdruck die Hauptsache ist, um eine funktionstüchtige Prothese zu erhalten. Die Kau-

fläche muß in vielen Fällen wegen der Verwindung oder wegen stark schräg verlaufender Inter-alveolarlinien nach innen geneigt werden; dadurch aber entsteht die Gefahr der Einengung des Zungenraumes. Bei schmalen Kämme sind schmale Zähne zu verwenden, um den Kauflächenkomplex und schädliche Druckwirkungen auf die Unterlage zu verkleinern.

Die Anatomie und Physiologie der Unterlage ist gegeben und für uns unveränderlich, doch kann man diese Eigenschaften ausnützen oder vernachlässigen. Alles aber, was die Herstellung der Prothese betrifft, ist in unserer Macht. Je nach der Dauer der Zahnlosigkeit und der Reihenfolge des Zahnverlustes in den verschiedenen Abschnitten des Gebisses weist der Alveolarkamm verschiedene Formen und Resorptionsgrade auf, wie schon von *Köhler* gezeigt wurde.

Wir teilen die verschiedenen Resorptionsgrade in Klassen ein wie folgt:

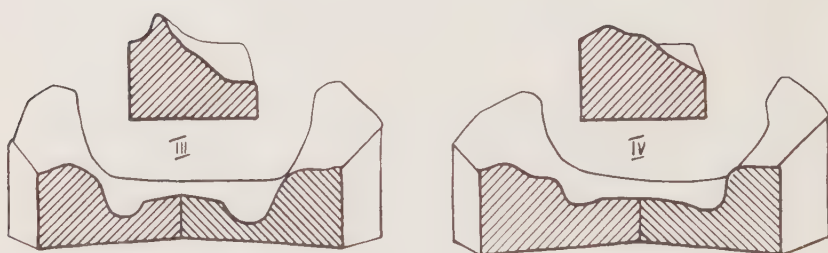
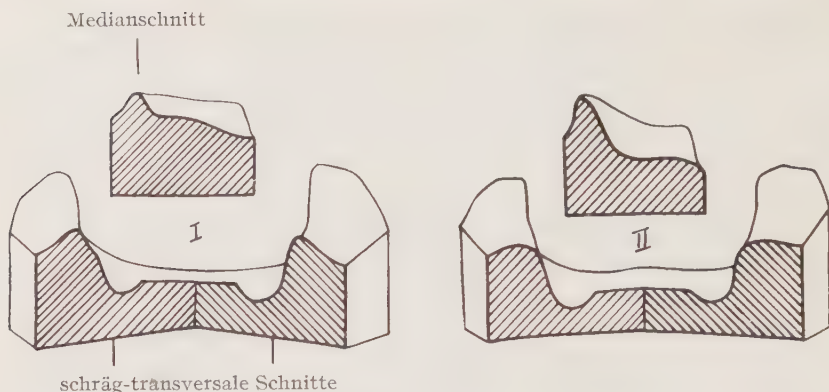
Klasse I findet man am häufigsten bei relativ jungen Individuen mit guter Kinnausbildung, bei denen alle Zähne gleichzeitig entfernt worden sind, kurze Zeit nach der Extraktion. Es sind dies Kieferformen, die sowohl in der Front wie im Molarengebiet einen guten Kamm zeigen (Abb. 1); der Halt einer Prothese wird gut sein.

Klasse II zeigt eine noch gut erhaltene Frontpartie und tiefe Sattel in der Prämolaren- und Molarengegend (Abb. 2). Diese Klasse ist wegen der erhöhten Kariesresistenz der unteren Frontzähne häufig anzutreffen. Da hier der Schwerpunkt der Prothese in die Molarengegend verlegt wird und die Front Widerstand gegen horizontal-transversale und sagittale Bewegungen bietet, wird die Prothese befriedigend halten. Bei unrichtiger Prothesenkonstruktion treten starke horizontale Schubmomente auf die Frontpartie auf und können diese in einen Schlotterkamm verwandeln.

Klasse III Übergang zwischen Klasse I und II (Abb. 3).

Klasse IV Starke Resorption in der Front- sowie in der Molarengegend (Abb. 4). Hier findet man nur geringe Retentionsmöglichkeiten und die lingualen Flügel verbessern sichtlich den Halt.

Zur Veranschaulichung der angeführten Klasseneinteilung wurden an Gipsmodellen im Bereich der Front und Molarengegend vertikale Schnitte, senkrecht zur Kammlinie, gemacht. Die verschiede-



nen Resorptionsgrade sind so recht deutlich zu sehen. Man sieht, außer bei Abbildung 1, daß der bukkale Abhang total verschwunden ist; der linguale Abhang kann oben nur teilweise als Prothesenunterlage benützt werden.

Bei Rückbildung des Alveolarkammes unter Prothesen entstehen häufig bei Einwirkung schädlicher horizontaler Schubkräfte Schlotterkämme in der Front, wenn nicht rechtzeitig Unterfütterungen und Korrekturen in der Stellung der Zähne vorgenommen werden. Es kann sogar ein Hypomochlion auftreten, wenn weiche bewegliche Kammpartien weit nach vorn reichen und belastet werden.

Das gegenseitige Größenverhältnis der Kiefer spielt für die Statik der Prothese eine wichtige Rolle. Prognathie bietet in der Regel dem Prothetiker keine Schwierigkeiten, Progenie hingegen oft in vermehrtem Maße, besonders bei flachen Kämmen und einer zu großen

Zunge. Das Aufstellen der Zähne im Kreuzbiß ist in diesem Falle indiziert. Eine optimale Bißhöhe zeigt größte Kaukraft. Besonders ungünstig ist eine zu geringe Bißhöhe bei Progenie, weil diese dadurch verstärkt wird. War der Patient lange zahnlos, so kann die frühere Bißhöhe aus statischen Gründen nicht immer erzwungen werden, weil sich das Kiefergelenk schon allzustark dem zahnlosen Zustand angepaßt hat.

Werden steilhöckerige Zähne gewählt, so wird ein Teil der vertikalen Kaukraft in ein horizontales Schubmoment umgewandelt. Bei stark geneigtem Kauflächenkomplex dürfen trotzdem keine flachen Molaren verwendet werden, da sie bei Seitbiß sofort außer Kontakt geraten.

V. Unterschiede zwischen unbezahnem Ober- und Unterkiefer für den Bau einer totalen Prothese

Verschiedene Kräfte gewährleisten im Oberkiefer einen guten Halt und davon abhängig eine gute Funktion. Die wichtigsten davon sind:

1. Klemmkraft: mechanischer Halt;
2. Adhäsion: molekulare Anziehungskraft;
3. Luftdruck: luftverdünnter Raum;
4. Speichel: Kohäsion, Viskosität;
5. Kaukraft: Kaudruck.

Diese Kräfte haben auch im Unterkiefer die gleiche Bedeutung wie im Oberkiefer, allerdings in einem geringeren Ausmaß. Sie helfen aber im allgemeinen mit, den Halt und die Stabilität der Prothese herzustellen.

Was den mechanischen Halt anbetrifft, zeigt sich, daß die sogenannten Retentionsformen im Unterkiefer selten vorkommen.

Adhäsion ist die molekulare Anziehungskraft zwischen Molekülen verschiedener Körper, wobei aber der Abstand kleiner als $0,07 \mu$ sein muß. Das kommt bei zwei festen Körpern selten vor, jedoch häufig bei zwei festen Körpern, zwischen denen sich eine Flüssigkeitsschicht befindet, wie zum Beispiel Prothese-Speichel und Speichel-Kieferkamm. Im Oberkiefer rechnet man mit etwa 24 cm^2 Fläche. Bei gut ausgebildeten Unterkiefern reduziert sich diese fast auf die Hälfte und auf viel weniger bei schlecht ausgebildeten, stark

resorbierten Kiefern. Kann die untere Prothese nicht gut auf der Unterlage fixiert werden, so verläßt sie den molekularen Wirkungsbereich, und die Adhäsion hat keine Wirkung mehr.

Dem Speichel kommt die Funktion des Luftverdrängers zu (*Wild*). Der Luftdruck wirkt auf 1 cm² mit 1033 g. Auch hieraus geht hervor, daß im Unterkiefer die größtmögliche Fläche bedeckt werden muß, ohne daß die Funktion gestört wird. Praktisch ist ja unter der Prothese nur ein luftverdünnter Raum.

Wegen der kleineren Basisfläche hat der Speichel auch als Kapillarschicht zwischen Prothese und Kiefer eine geringere Wirkung auf den Halt der Prothese als im Oberkiefer. Im Unterkiefer kann der Speichel sogar als loslösendes Moment auftreten, wenn der linguale Prothesenrand in den Bereich des Speichelsees gelangt und dadurch soviel Speichel zwischen Prothese und Schleimhaut ist, daß die Prothese «schwimmt» und die Adhäsion nicht mehr zur Wirkung kommt.

Der Kaudruck hat Einfluß, sofern er die Prothese auf die Unterlage drückt, was bei statischer Aufstellung der Zähne, richtiger Okklusion und Artikulation, der Fall ist. Bei totalen Prothesen ist es wichtig, daß nicht Einzelstellen des Kiefers einer Druckwirkung besonders ausgesetzt und Knochenresorptionen unterworfen sind, wie dies von *Spreng* illustriert worden ist. Die Druckverteilung hat insgesamt auf Schleimhaut und Knochen als Unterlage gleichmäßig verteilt zu erfolgen.

Im Unterkiefer kommt als positiver Faktor für den Halt der Prothese noch das Gewicht hinzu.

VI. Die Muco-Seal-Abdruckmethode

Für die untere totale Prothese ist, wie für die obere, die Erreichung eines einwandfreien Haltes von größter Wichtigkeit. Voraussetzung für die Funktion ist der gute Halt (*Wild*). Der Halt ist das Festgehaltenensein der Prothese auf dem Fundament. Die Stabilität der Prothese ist Beibehaltung der Gleichgewichtslage auf dem Fundament zufolge der Kaukraftwirkung auf den Kauflächenkomplex (*Wild*).

Bei der totalen unteren Prothese konnte man nach den bisher üblichen Abdruckverfahren meistens nicht mit einer Saugwirkung

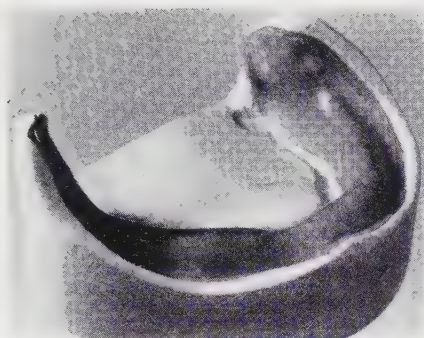


Abb. 5



Abb. 6

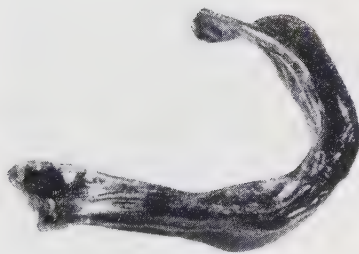
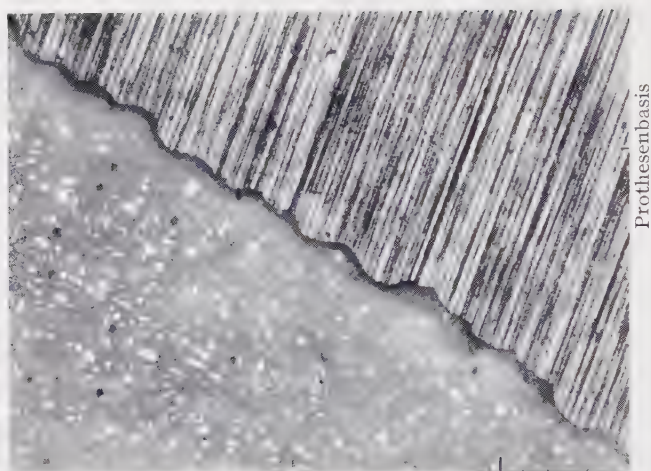


Abb. 7



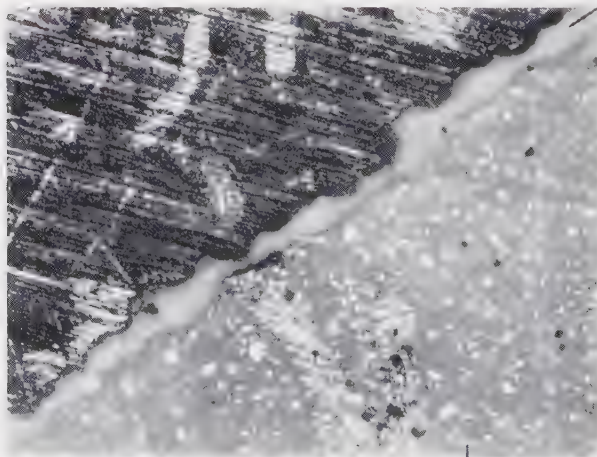
Prothesenbasis

Zementmodell

Abb 8

Eine Prothesenbasis nach einem Abdruck mit Muco-Seal, ohne Glaze-Anstrich und ohne Isolierung des Modells vor der Polymerisation

Isolierungsschicht Protho 3



Zementmodell

Abb 9

Das gleiche ohne Glaze-Anstrich, aber mit Protho-3-Isolierung

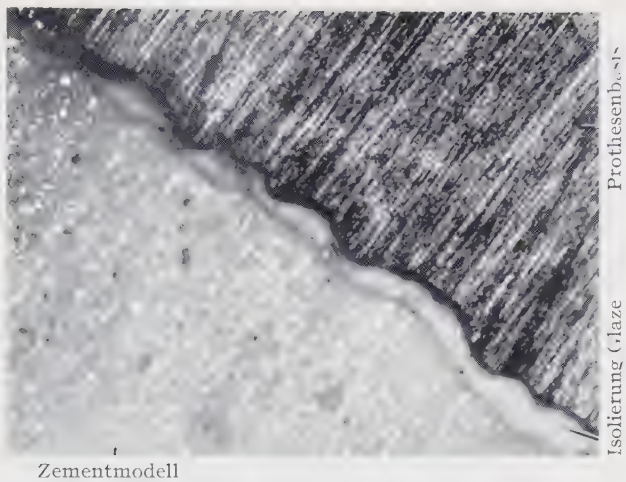


Abb. 10

Basis nach Muco-Seal-Abdruck mit Glaze-Anstrich, aber ohne Protho-3-Isolierung

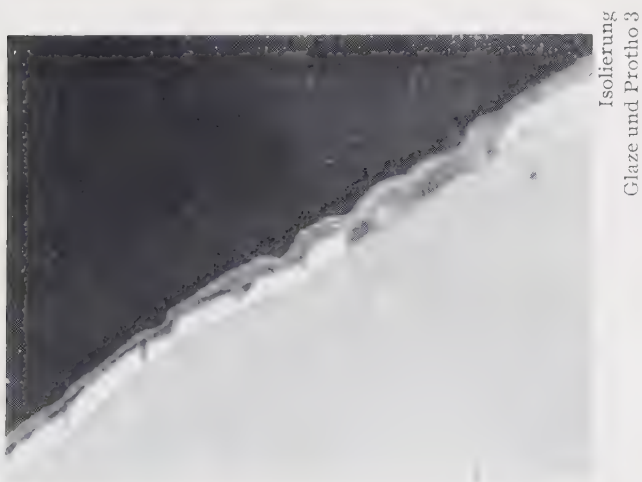
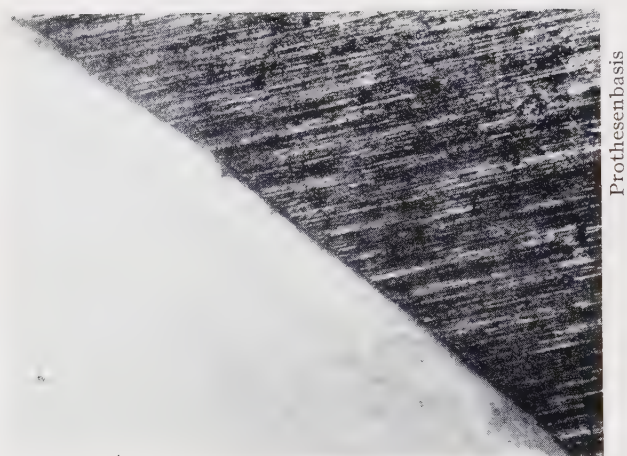


Abb. 11

Basis nach Muco-Seal-Abdruck mit Glaze-Anstrich und Protho-3-Isolierung



Zementmodell

Prothesenbasis

Abb. 12

Basis nach Super-Flex-Abdruck ohne Isolierung vor der Polymerisation



Zementmodell

Isolierung
Protho 3

Abb. 13

Basis nach Super-Flex-Abdruck mit Isolierung Protho 3

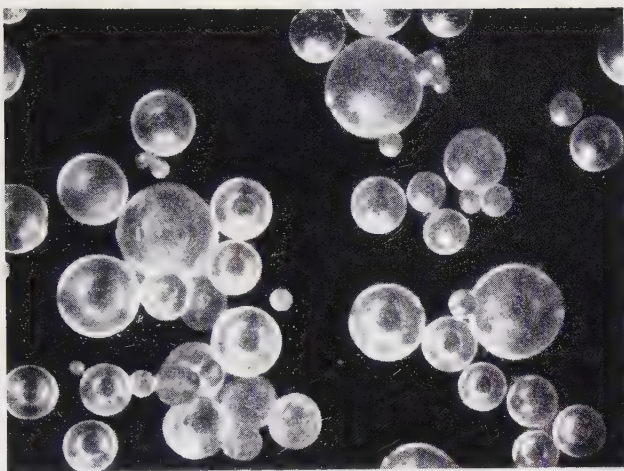


Abb. 14
Muco-Seal-Pulver



Abb. 15

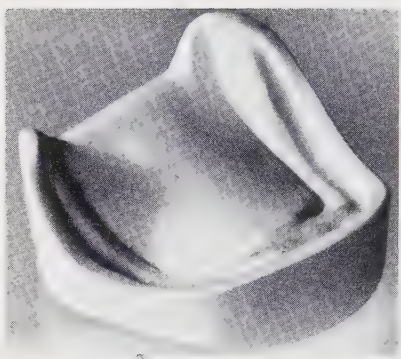


Abb. 16

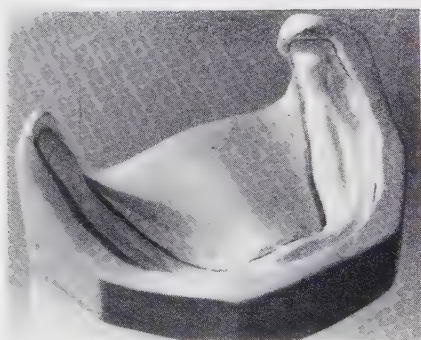


Abb. 17

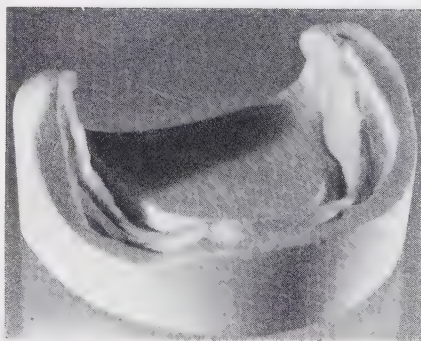


Abb 18



Abb. 19

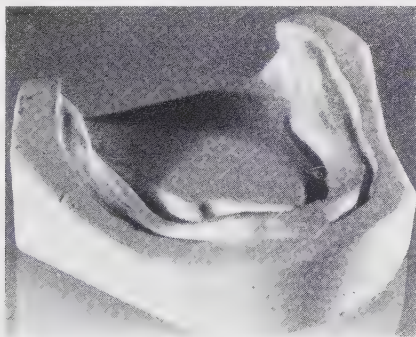


Abb. 20

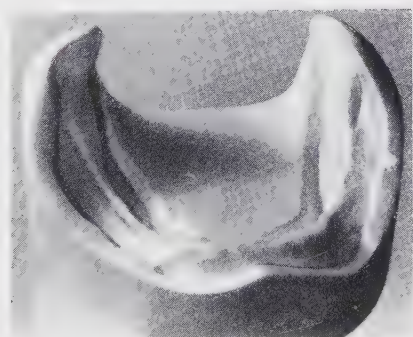


Abb. 21



Abb. 22



Abb. 23



Abb. 24

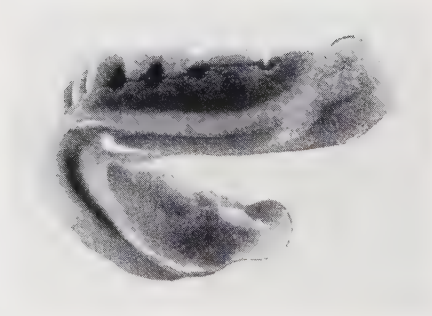


Abb. 25

wie bei der totalen oberen rechnen. Nur in seltenen Fällen trat eine eigentliche Ventilwirkung auf und war meist nur von kurzer Dauer, da sie durch zu tiefes Einbetten der Prothesenränder in das weiche Gewebe erreicht war. Die infolge zu starken Druckes auf die Gewebe eintretende Atrophie führte nach kurzer Tragzeit rasch zum gänzlichen Verlust der guten Ventilwirkung. Es wurde deshalb von uns das Muco-Seal-Abdruckverfahren angewendet und nachgeprüft, ob dasselbe gegenüber den bisherigen Abdruckmethoden einen Fortschritt bedeute, was durchaus zu bejahen ist.

Im Prinzip wurden die Vorschriften der Muco-Seal-Abdrucktechnik, mit Ausnahme einiger Abänderungen, eingehalten. Die erreichten Resultate zeigten gute Erfolge. So wie schon von *Neil*, *Bowen* und *Szabó* beschrieben, wird auch hier die Fovea retromolaris (nach *Wild*) samt dem Trigonum retromolare zur mechanischen Verankerung der Prothese beigezogen. Die Fovea retromolaris ist frei von Muskulatur und bleibt auch dann bestehen, wenn der Alveolarfortsatz bis zur Linea mylohyoidea atrophiert. Die Unterlage ist weich, da sie mit Fettgewebe ausgepolstert ist und daher auch zur Ventilwirkung herangezogen werden kann.

Durch die Verschiebbarkeit der Tuberkula ist es trotz den unterstehenden Lingualflügeln möglich, die Prothese ohne Schwierigkeit einzusetzen.

Nebst der erreichten Vergrößerung der Adhäsionsfläche durch die Lingualflügel, erhält man durch Einbeziehung der Sublingualregion noch eine zusätzliche Vergrößerung der Prothesenbasis.

Abdruckmethode

Zuerst wird ein Kerrabdruck genommen, der allseits ein größeres Gebiet wiedergibt als die definitive Prothese einnimmt. Im Abdruck müssen vorhanden sein:

die Sublingualregion,
die retromolaren Dreiecke,
der gesamte Alveolarkamm und
die Fovea retromolaris.

Auf dem provisorischen Modell wird ein individueller Löffel (aus Kautschuk, durchsichtigem Kunststoff oder Schellack) unter Zwischenlage einer Basisplatte hergestellt, dessen ungefähre Begren-

zung entsprechend der Kontrolle im Munde nach der Abdrucknahme festgestellt wurde. (Abbildung 5 zeigt ein provisorisches Modell mit einem noch nicht eingepaßten individuellen Löffel.)

Der individuelle Löffel wird nun im Munde eingesetzt und darf nur lose sitzen, so daß zwischen ihm und dem Kieferkamm noch Raum vorhanden ist, der jegliche Druckwirkung ausschließt. Die Einbeziehung der retromolaren Dreiecke, sofern sie trotz Einstrahlung der Plica pterygomandibularis unbeweglich bleiben, gewährleisten durch das lockere, sehr nachgiebige Gewebe ein gutes distales Ventil. Da an dieser distalen Partie keine Zähne mehr aufgestellt werden, ist nicht zu befürchten, daß die Prothese beim Kauen in die zusammendrückbare weiche Unterlage gepreßt wird, wobei der harte Alveolarkamm nach vorn als Hypomochlion wirken würde, um welches sich die Prothese drehen könnte. Die Ränder werden dann bucco-labial und in der Mylohyoidgegend so weit gekürzt, bis keine Muskelbewegung mehr eine Verschiebung verursacht. Um nun dem Abdruckmaterial noch Platz zu schaffen, ohne daß die definitiven Prothesenränder zu lang werden, müssen nun diese Ränder noch um 1½ bis 2 mm gekürzt werden, da sich das Muco-Seal um dieselben herumrollt. Die Lingualflügel sind so groß wie möglich zu belassen. (Abbildungen 6 und 7 zeigen einen eingepaßten individuellen Abdrucklöffel ohne Sublingualwulst.) Auch in Fällen nach der Klasse IV, wo wir diese Flügelfortsätze am notwendigsten brauchen, kann die Fläche der Fovea retromolaris bedeckt werden; der Rand darf aber nicht allzu tief reichen, sondern nur das Tuberkulum umfassen, wie der Pfeil in Abbildung 6 zeigt. Nun wird am Löffel in der Gegend des frontalen Abschnittes des Sublingualraumes weicher Kerr aufgetragen, und zwar soll sich dieser nach hinten (horizontal) und nicht nach unten ausdehnen. Der Löffel wird eingesetzt, die Zunge soll nicht bewegt werden und die Zungenspitze leicht am Kerr anliegen. Der Mundboden darf nicht nach unten gedrückt werden, da diese Spannung eine Abhebelung der Prothese und Druckstellen bewirken würde.

Der nach vorstehender Methode vorbereitete Löffel wird jetzt mit Muco-Seal-Gläze bestrichen, was ein sicheres Haften des Abdruckmaterials an ihm ergibt. Das Muco-Seal wird entsprechend der Gebrauchsanweisung gemischt, auf den Löffel gebracht und entsprechend der Kieferform mit den Fingern vormodelliert. Die Löff-

felränder müssen überall bedeckt sein. Nun wird der Löffel mit der Abdruckmasse in den nicht stark geöffneten Mund eingesetzt, über dem Kieferkamm zentriert und bei entspannter Zunge, ohne Muskelbewegung in der definitiven Lage fixiert. Man unterlasse jeden weiteren Druck, denn durch die Mundwärme wird das Muco-Seal anfänglich wieder etwas weicher, verhindert so eine Gewebsverschiebung und garantiert einen ununterbrochenen Oberflächenkontakt. Durch den Patienten werden keine Bewegungen ausgeführt. Der Überschuß an Muco-Seal rollt sich um den Rand des Löffels und darf in keinem Falle die Weichgewebe verdrängen. Nach 1 ½ Minuten wird der Abdruck entfernt, indem man die Lippen abhebt und dadurch das Ventil löst. Er wird nun, von der im Prospekt angegebenen Technik abweichend, sofort ausgegossen, ohne mit Glaze bestrichen und ohne nochmals 30 Sekunden in den Mund eingesetzt zu werden, und zwar aus folgender Überlegung: Muco-Seal-Pulver ist ein Perl-Akrylat und der Abdruck ergibt eine granuliert Oberfläche. Wird diese Oberfläche mit Glaze bestrichen, so verschwindet die Granulation zum größten Teil. Im ersteren Fall hingegen wird diese Fläche auf das Gipsmodell übertragen und von dort auf die Prothesenbasis. Diese granuliert Oberfläche ergibt folglich eine Oberflächenvergrößerung der Prothesenbasis sowie eine Verstärkung der Adhäsionskraft. Die mathematische Berechnung ergab bei der granulierten Basisfläche gegenüber der nicht granulierten eine wesentliche Oberflächenvergrößerung, nämlich von 1,5–1,9.

Den Beweis für die Oberflächenvergrößerung bringen die Abbildungen 8–13. Diese zeigen Schliffe durch Prothesenbasis und Modell nach Abdrücken mit Muco-Seal (Abb. 8–11) und mit Super-Flex, einem Abdruckmaterial aus der Gruppe der Alginate (Abb. 12 und 13). Da sich Gips zur Herstellung der Schliffmodelle als zu brüchig erwies, wurde Modellzement verwendet.

Diese Abbildungen zeigen deutlich den Unterschied zwischen Muco-Seal- und Super-Flex-Abdrücken. Die Isolierung des Modells vor der Polymerisation ist notwendig, um so eher ist es angezeigt, den Glaze-Anstrich wegzulassen, um doch noch eine Oberflächenvergrößerung zu erhalten.

Die Abbildungen 8 und 12 weisen eine scharfe Grenze zwischen Zementmodell und Prothesenbasis auf, während bei den Abbildungen 9, 10, 11 und 13 eine mehr oder weniger dicke Zwischenschicht

zu beobachten ist, verursacht durch die Isolierungsflüssigkeit, die in die Zementoberfläche eingedrungen ist.

Die Adhäsionsversuche führten wir folgendermaßen aus: Zwei gleich große Kunststoffplättchen (2,5 auf 2,5 cm), hergestellt nach einem Muco-Seal- und einem Super-Flex-Abdruck, wurden, um die natürlichen Verhältnisse nachzuahmen, auf eine Gummiunterlage mit Wasser, Speichel und Öl als Zwischenschicht gepreßt. Es wurden nun die Gewichte in Gramm bestimmt, welche zur Abhebung der Plättchen von der Unterlage benötigt wurden. Siehe nachfolgende Tabelle:

Oberfläche	Medium		
	Wasser g	Speichel g	Öl g
Super-Flex	29,3	36,0	36,4
	27,9	26,1	35,1
	28,0	33,0	33,3
	28,0	28,3	35,7
	28,0	32,5	39,0
	28,0	32,3	33,9
Durchschnitt	28,20	31,36	35,56
Muco-Seal	31,5	34,4	42,1
	31,8	33,9	44,5
	34,0	36,6	44,5
	34,2	32,9	50,0
	33,6	40,5	50,0
	34,6	38,3	50,0
Durchschnitt	33,28	36,03	46,85

Die relativ starken Schwankungen bei den Versuchen mit Speichel als Medium dürften wohl auf den verschiedenen Muzingehalt zurückzuführen sein.

Durch die Vergrößerung der Adhäsionskraft durch die granulierte Basisfläche sowie durch die Stabilisierung und Vergrößerung der Prothese mit Hilfe der Lingualflügel erreicht man in jedem Fall einen guten Halt. Die Widerstandskraft gegen transversale Schübe und gegen Rotation um die Kammlinie der einen und der Elevation der andern Seite wird beträchtlich erhöht. Sobald eine Ruhigstel-

lung der Prothese durch diese mechanische Verankerung erzielt ist und jegliche Verschiebungsmöglichkeit durch die Muskulatur ausgeschaltet ist, steht die Prothese im molekularen Wirkungsbereich, wo sich die Adhäsion auswirken kann.

Die Prothese wird nun nach diesem Muco-Seal-Abdruck angefertigt, und es ist auch hier die richtige statische Aufstellung der Zähne sowie eine ausgeglichene Artikulation von großer Bedeutung. Die Ränder müssen meist nicht mehr gekürzt werden, weil die Randgestaltung schon beim individuellen Abdruck berücksichtigt wird. Bukko-labial soll der Rand einen Wulst aufweisen, welcher nicht zu dick sein darf und bis zum Zahnhals einen konkaven Bogen bilden (Abb. 15), damit auch die festhaltenden Momente der Wangen- und Lippenmuskeln ausgenützt werden. Die sublinguale Verbreiterung darf nicht mehr als 7 mm nach dorsal reichen.

Sollte die Prothese trotz der sorgfältigen Ausarbeitung abgehoben werden, so sind die im Muco-Seal-Prospekt angegebenen Korrekturen auszuführen: Ein Kürzen des bukkalen Randes ist nötig, wenn die Prothese beim Öffnen des Mundes abgehoben wird. Wird die Prothese gehoben beim Benetzen der Lippen mit der Zunge, so ist der Rand in der Mylohyoidgegend abzunehmen. Hat die Zunge zu wenig Bewegungsfreiheit, so kürze man die sublinguale Verbreiterung von unten nach oben. Beklagt sich der Patient über Halsschmerzen, sind die Lingualflügel von hinten nach vorn zu kürzen. Treten Schmerzen in der Kinngegend auf, weist dies auf eine Kompression der Drüsenausführungsgänge hin, und die sublinguale Verbreiterung ist zu verschmälern.

Um die Kammresorption auf ein Minimum zu reduzieren, kann man mit Vorteil Kunststoffzähne verwenden, welche, dank ihrer Elastizität und ausgeglichenen Abnutzung, dauernd eine einwandfreie Okklusion garantieren.

Nach der erwähnten Methode wurden 18 Patienten mit meist ungünstigen Kieferverhältnissen prothetisch versorgt, und es konnten recht gute Resultate erzielt werden. Die Abbildungen 16–21 zeigen einige Modelle nach Muco-Seal-Abdrücken, deren Kieferformen ihre Zugehörigkeit zur Klasse IV feststellen lassen. Die Prothesen weisen eine gute Saugwirkung auf, ähnlich den Oberkieferprothesen, die nach dem Ventilabdruck (nach *Wild*) angefertigt werden. Die Prothesen ließen sich nicht leicht von der Unterlage abheben, weder

durch vertikalen Zug noch durch horizontalen Druck. Die Patienten wurden anfänglich in Abständen von einer Woche, später nach 14 Tagen bis zu einem Monat bestellt und der Halt der unteren Prothese nachkontrolliert; es zeigten sich dieselben guten Ergebnisse, manchmal sogar noch bessere als am Anfang. Alle Patienten, auch solche, die vorher mit den alten Prothesen nur mühsam kauen konnten, äußerten sich lobend, zum Teil direkt begeistert über den guten Sitz und die gute Kaufähigkeit der nach Muco-Seal-Verfahren hergestellten Prothesen.

Bei den älteren Abdruckverfahren spielte das Gewicht eine wesentliche Rolle für den Halt der unteren totalen Prothese (Beschwerung durch Metalleinlagen oder -unterlagen). Als extremes Beispiel diene die alte Prothese eines Patienten mit einem Gewicht von 56 g im Gegensatz zur neuen Kunststoffprothese, die nur 17 g wiegt. Beim Muco-Seal-Verfahren kann wegen der guten Saugwirkung auf dieses Haltemoment verzichtet werden, und was ebenso wichtig ist: eine Atrophie infolge des Prothesengewichtes bleibt aus. Alle Prothesen wurden in Kunststoff, diesem leichteren Material, ausgeführt. Trotzdem ist der Halt ein sehr guter und es kann in allen Fällen, auch bei Klasse IV, eine ausgezeichnete Saugwirkung konstatiert werden.

Die Faktoren, die hauptsächlich zu dem günstigen Resultat beim Muco-Seal-Abdruck beitragen, sind:

1. Sublingualventil vorn bei der Zunge;
2. Lingualflügel in der Retromolarengend;
3. Verlängerung der Prothese auf das Trigonum retromolare;
4. sorgfältige Randgestaltung, bukkolabial nur bis zum Übergang der Gingiva propria in die bewegliche Schleimhaut und lingual nicht unter die Mylohyoidlinie;
5. Vergrößerung der Oberfläche infolge der körnigen Beschaffenheit der Basis.

Die Abbildungen 22–25 zeigen die Gegenüberstellung einer alten und einer neuen Prothese der gleichen Patientin. Man beachte die Verlängerung der neuen Prothese durch Einbeziehung des retromolaren Dreieckes und der Fovea retromolaris als Prothesenunterlage sowie die Verbreiterung im Sublingualraum.

Vergleich der Muco-Seal-Masse mit anderen Abdruckmaterialien

Wir versuchten ferner die Unterschiede der verschiedenen Abdruckmaterialien in bezug auf die genaue Randgestaltung und Erleichterung der Abdrucknahme festzustellen. Zu diesem Zwecke wurden bei einer Patientin drei, bei einer andern vier Prothesen hergestellt. Die Abdrücke wurden mit genau gleich großen individuellen Abdrucklöffeln genommen, und zwar mit:

1. Gips als Gipsfutterabdruck mit distalem und sublingualem Guttapercha-Randabschluß;
2. Dentocoll;
3. Mornax mit distalem und sublingualem Guttapercha-Randabschluß;
4. Super-Flex;
5. Muco-Seal.

Beim Gipsfutterabdruck ergab sich die Schwierigkeit, daß die dünnen Schichten an den untersichgehenden Stellen leicht abbrechen und der Abdruck infolge starken Speichelflusses oft mangelhaft ist und unter Umständen einige Male wiederholt werden muß.

Der Dentocoll-Abdruck erwies sich für diese Art von Abdruck als nicht günstig, da die dünne Schicht auf dem Löffel bei normalem Erwärmen sofort erkaltet oder bei stärkerer Erwärmung die Schleimhaut schädigt und wegen des «Fließens» des Materials der individuelle Rand ungenau gestaltet wird.

Beim Mornax-Abdruck zeigten sich keine besonderen Schwierigkeiten.

Auch bei der Abdrucknahme mit Super-Flex tritt das «Fließen» des Materials unangenehm in Erscheinung und verhindert eine genaue Randgestaltung, was diese Methode nicht empfehlenswert erscheinen läßt.

Der Muco-Seal-Abdruck ist wegen des guten Haftens des Materials am Löffel und der genauen Randwiedergabe als ideales Abdruckmaterial anzusprechen.

Die Prothesen nach den verschiedenen Abdrücken wurden von den Patienten abwechselnd einige Zeit getragen und es zeigte sich, daß diejenigen nach Muco-Seal- und Gipsabdruck den besten Halt aufwiesen. Die nach Super-Flex-Abdruck hergestellte Prothese

zeigte atypische Druckstellen, die auf das «Fließen» des Super-Flex beim Abdrucknehmen zurückzuführen sind.

Ähnlich wie die «Muco-Seal-Prothesen» weisen auch die nach einem Gipsfutterabdruck gefertigten, infolge der Porosität des Gipses, eine etwas rauhere Basisfläche auf. Der annähernd gleiche Halt wie derjenige der «Muco-Seal-Prothese» ist wahrscheinlich diesem Umstand zuzuschreiben.

VII. Zusammenfassung

Im geschichtlichen Überblick wird die Entwicklung der Abdruckmethoden mit verschiedenen Abdruckmaterialien dargestellt, soweit sie für den Unterkiefer von Interesse sind, sowie die Versuche zur Verbesserung des Haltes der unteren totalen Prothese auf chirurgischem Wege.

Die Kenntnis der Anatomie des Unterkiefers, besonders der Muskelansatzstellen und der Muskelwirkung (Bewegung) im zahnlosen Kiefer, ist für die Herstellung einer Prothese von großer Bedeutung.

Das mechanische Problem beruht darin, die untere totale Prothese so zu konstruieren, daß sie auch im Funktionszustand in der Ruhestellung verharrt. Erzielung einer Saugwirkung wird angestrebt.

Der Bau der Prothese ist von unserem Willen abhängig und die zur Verfügung stehende Auflagefläche ist auszunutzen. Je nach der Dauer der Zahnlosigkeit weist der Alveolarkamm verschiedene Resorptionsgrade auf und man kann diese in Klassen einteilen:

Klasse I. Gleichmäßig hoher Alveolarkamm kurz nach gleichzeitiger Extraktion aller Zähne.

Klasse II. Gute Retentionsform durch hohen Alveolarkamm in der Front und tiefe Sättel in der Molarengend.

Klasse III. Übergang zwischen Klasse I und Klasse II.

Klasse IV. Gleichmäßig stark resorbierter Kamm ohne Retention außer der Fovea retromolaris.

Der statische Bau der Prothese und die ausgeglichene Artikulation sind wichtig für die Funktionstüchtigkeit der Prothese.

Festhaltende Kräfte, die im Unterkiefer allerdings einen etwas geringeren Halt gewährleisten als im Oberkiefer, sind:

1. Klemmkraft: mechanischer Halt;
2. Adhäsion: molekulare Anziehungskraft;
3. Luftdruck: luftverdünnter Raum;
4. Speichel: Kohäsion, Viskosität;
5. Kaukraft: Kaudruck;
6. Gewicht.

Die Muco-Seal-Abdrücke ergeben bei richtiger Randgestaltung und durch die Stabilisierung mit Hilfe der Lingualflügel sowie durch Vergrößerung der Adhäsionskraft durch die granuliert Basisfläche gutsitzende Prothesen mit Saugwirkung.

VIII. Literaturverzeichnis

- Ackermann*: Über die Stabilität der Prothesen. SMfZ, 10, 519; 1922.
- Die natürlichen Zahnreihen und ganze künstliche Gebisse. Masson & Cie., Paris 1930.
- Les recherches théorico-pratiques concernant l'articulé dentaire doivent-elles suivre une nouvelle orientation? SMfZ, 11, 977; 1932.
- Addison, P. J.*: Application of Mucostatic Principles to Full Denture Construction. NYJDent., 17, 135–145; 4.1947.
- Allen*: Das Festhalten vollständiger Zahnersatzstücke. BritDentJ, 2, 59; 1932.
- Bagenall, St.*: Increased retention for lower dentures. Aiderer VI, 4, 16; 1928.
- Balters, W.*: Der Funktionsabdruck. ZR, 28, 432; 1925.
- Grenzfälle in der Anwendung des sogenannten Saugabdruckverfahrens. DZW, 18, 303; 1927.
- Beiträge zum Kapitel des Saug- und Funktionsabdruckes. ZR, 49, 859; 1927.
- Untersuchungen über das Kauvermögen von Prothesen mit verschiedenartigen Zähnen. ZR, 3, 81; 1930.
- Die Atrophie der zahnlosen Kiefer und deren Bedeutung für die totale Prothese. DZW, 9, 452; 1930.
- Zur Problematik des Abdruckes. ZR, 51, 41, 1312; 1942.
- Blackwell, H.*: Surgical Preparation of the Mouth before the Insertion of Dentures. BritDentJ, 4, 161; 1935.
- Bolz, E.*: Vom anatomischen zum physiologischen Abdruck. Diss. Leipzig 1933.
- Bonyhard, B.*: Resilienz, Resorption und Prothesengestaltung. ZStom., 1, 10; 1938.
- Chauvelot, R.*: Chirurgische Vorbehandlung des Mundes und der Kiefer für Zahnersatz. Diss. Paris 1932.
- Clark*: A simple technique for increasing retention of complete lower dentures using flexotit. DentJ Austral., 7, 329; 1930.
- Cunningham, W. J. und Pope, M. R.*: Colloid Mucostatic Impression Technic for Full Lower Dentures. U. S. Nav. M. But. 46, 1698–1701; 11.1946.
- Dolder, E.*: Der Halt der unteren totalen Prothese. SMfZ, 56, 8, 749; 1946.
- Draper, D. H.*: Impression Procedures and Mucostatics. North-West Dent., 26, 69–74; 4.1947.
- Dreiheller, H.*: Zur Befestigung unterer Prothesen. ZR, 32, 555; 1926.
- Ellner*: Mechanik des Unterkiefers und der zahnärztlichen Prothetik. DZ, 20 (v. Witzel); 1911.

- Ernst, O.*: Zur Methodik der Abdrucknahme für gingivalbelastende Prothesen unter spezieller Berücksichtigung des Kompressions- und Kauabdruckverfahrens. Diss. Zürich 1942.
- Falk*: Die Randgestaltung der Prothese bei unterem Totalersatz. ZR, 41, 1786; 1930.
- Die totale Ventilrandprothese, unter besonderer Berücksichtigung des Unterkiefers. DZW, 5, 231; 1931.
- Feldmann*: Chirurgische Korrekturen von Unregelmäßigkeiten des Alveolarrandes zum Zwecke besseren Haftens einer Prothese. DentDig., 46; 1932.
- Fish, E.*: Die Analyse der stabilisierenden Faktoren bei vollständigem Zahnersatz. BritDentJ, 10, 559; 1931.
- Ausnutzung der Muskulatur für die Stabilisierung unteren Totalersatzes. DentRecord, 12, 569; 1933.
- Forrev, J. M.*: La technique Ackermann pour le montage des dentiers complets. SMfZ, 52, 1, 44; 1942.
- Fournet, S. C. und Tuller, C. S.*: Prinzip bei Anfertigung ganzer unterer Prothesen. JAmDentAss., 23, 1028; 1936.
- Frahm*: Prinzipien und Technik der Konstruktion totaler Ersatzstücke. DentInt., 12, 942; 1931.
- Fripp, J. T.*: Impression taking and denture making. London 1920.
- Gabarsky, A.*: Eine neue Methode der Herstellung von Unterstücken. ZR, 29/30, 239; 1923.
- Gabell, D.*: Das Nichtsitzen unteren Zahnersatzes. DentMag., 3; 1924.
- Bewegliche untere Ersatzstücke. DentMag., 3, 139; 1924.
- Geier, W.*: Zur Verankerung von totalen Prothesen. DZW, 7, 160; 1935.
- Der heutige Stand der Funktionsabdruckmethodik. VfZ, 3, 352; 1932.
- Klassifikation auf dem Gebiete der totalen und partiellen Prothese und ihre Bedeutung für die prothetische Therapie. ZR, 37, 1509; 1932 – 56, 2099; 1932.
- Gerber, A.*: Der Okklusionsabdruck. SMfZ, 51, 1; 1941.
- Gillis, R. R.*: Determination and Registration of Denture Space. J. O. State D. A., 21, 123–131; 8.1947.
- Gottlieb, B.*: Beitrag zur Anfertigung totaler unterer Prothesen. ZStom. 14, 917; 1937.
- Groß, R.*: Prothetisches Übersichtsreferat. ZStom., 1143; 1931.
- Anatomisch-histologische Grundlagen zum Aufbau einer totalen Prothese mit besonderer Berücksichtigung des Abdruckverfahrens. ZStom., 5, 673; 1931.
- Bemerkungen zum Kauabdruckverfahren. ZStom., 4, 204; 1932.
- Gewebsveränderungen in prothesentragenden Kiefern nebst praktischen Folgerungen. ZStom., 33, 12–16, 705, 789, 848, 902, 970; 1935.
- Die Verwendung des anatomischen Gipsabdruckes zum Aufbau einer totalen Prothese. ZStom., 14/15, 876; 1936.
- Erfahrungen mit Unterkieferabdrücken bei vollständigem Zahnersatz. ZStom., 17, 1124; 1937.
- Gysi, A.*: Eine neue Abdruckmethode. SMfZ, 4, 152–173; 1913.
- Gysi, A. und Köhler*: Zahnersatzkunde. Urban und Schwarzenberg, Berlin 1929.
- Gysi, A.*: Die Entwicklung der Kauflächen der künstlichen Mahlzähne und die physiologischen Gesetze, die deren Funktion beherrschen. SMfZ, 47, 3, 221; 1937.
- Harris*: Anatomie des Mundes und ihre Beziehung zur Herstellung oberer und unterer totaler Prothesen. JAmDentAss., 7, 1220; 1931.
- Hartmann, H.*: Ein kritischer Beitrag zur Frage der Abdruckmethodik bei unteren Totalprothesen. Diss. München 1940.

- Haskell*: Prothesen für flache Unterkiefer. AfZ., 2, 36; 1913.
- Eine persönliche Erfahrung bei einer Unterkieferprothese. Orthopädie, 6, 185; 1914.
- Hauptmeyer*: Funktionsabdruck bei einer Plattenprothese. DZW, 15, 258; 1925.
- Heitmüller, K.*: Die Bedeutung des Wangen- und Lippendruckes zur Befestigung ganzer Zahnersatzstücke. ZR, 24, 1041; 1937.
- Hensler, H.*: Die Verankerungsmöglichkeiten totaler Unterkieferprothesen, unter besonderer Berücksichtigung des Saugventilabdruckverfahrens. DZW, 39, 9, 191; 1936.
- Hillebrandt*: Die Bedeutung des Okklusionsfeldes im natürlichen und künstlichen Gebiß. DZW, 30, 486; 1940.
- Holdefer, W.*: Die Befestigungsmöglichkeiten bei totalen Prothesen. Diss. Erlangen 1931.
- Jakubowitsch, B.*: Über den Randverlauf an unteren totalen Prothesen. Diss. Basel 1940.
- Jerndall, R. M.*: Die Abdrucktechnik. North-West Dent., 26, 75–78; 4.1947.
- Kantorowicz*: Der Saugeabdruck. ZR, 38, 647; 1926.
- Kevitt Mc.*: Atrophy and hypertrophy of the maxillary and mandibular alveolar process and their effect on the stability of artificial dentures. JAmDentAss., 3, 421; 1932.
- Kieffer, J.*: Welche Grundlagen aus der topographischen Anatomie gehören zum Aufmodellieren einer ganzen Prothese? ZR, 26, 883; 1941.
- Klein, B.*: Funktioneller Kompressions- und Kauabdruck. ZStom., 3, 222; 1937.
- Kohne, P.*: Eine neue Funktionsabdruckmethode für den zahnlosen Ober- und Unterkiefer. ZR, 26, 1130; 1937.
- Köhler*: Das Aufstellen einer ganzen Prothese und ihre Fertigstellung. Berlin. Verlagsanstalt 1939.
- Die außerordentlichen Hilfsmittel zur Befestigung ganzer Prothesen. Scheff-Pichler, Handbuch der Zahnheilkunde.
- Kudler, G.*: Bemerkenswerte Betrachtungen über die Retention totaler Zahnersatzstücke. Cosmos, 2, 164; 1933.
- Langdon*: Eine einfache Originaltechnik der Abdrucknahme der Fossa retroalveolaris für die Aufnahme der Bowen-Verlängerung unterer Gebisse. DentSumm., 461; 1924.
- Leppers, F.*: Beitrag zur Frage der Erhöhung des Nutzeffektes der Plattenprothese in funktioneller und prophylaktischer Beziehung. Diss. Berlin 1926.
- Loos, St.*: Ein Beitrag zur Anatomie der Mundhöhle und zur Abdrucktechnik für die totale Prothese. ZStom., 1, 1; 1931.
- Mansfield*: An aid to lower denture retention. Australian DentSumm., 12, 550; 1927.
- Mathé*: Indikation und Kritik der verschiedenen Abdruckmethoden beim zahnlosen Munde. ZR, 49, 1933; 1934 – 50, 2037; 1934.
- Mehnert, H.*: Haftfähigkeitsmessungen zur Bestimmung der Genauigkeit neuer Arbeitsmethoden. KorrfZ, 8, 259; 1938.
- Meißner*: Ergebnisse weiterer Untersuchungen über die Befestigung der Prothese in der zahnlosen Mundhöhle durch chirurgischen Eingriff. DMfZ, 3, 168; 1929.
- Millan, J. Mc.*: Unterkieferabdruck bei geschlossenem Munde. JAmDentAss., 34, 715–718; 6.1947.
- Müller, B.*: Kieferbelastung als Grundlage zahnprothetischer Therapie. ZStom., 17, 1211; 1937.
- Zahnprothetik im Lichte mechanischer Gesetzmäßigkeit. SMfZ, 1; 1939.

- Müller, L.: Operative Veränderung atrophierter Alveolarkämme zur besseren Verankerung totaler Prothesen. ZR, 32, 1394; 1937.
- Müller, M.: Das Problem totalen Zahnersatzes für den Unterkiefer. DZW, 42, 11, 241; 1939.
- Neil, E.: Die Stabilisierung ganzer Untergebisse. DentOnt., 12; 1923.
- Neithardt, A.: Zahnärztliche Prothesen vor der Einführung des Hartgummis als Basismaterial. Diss. Zürich 1945.
- Ostrem, K.: A master mandibular impression showing maximum retention and stability and requiring no rebasing. JAmDentAss., 24, 604; 1937.
- Owen, E. B.: Der totale untere Zahnersatz. JNatDentAss., 3; 1922.
- Pendleton, E.: The reaction of human yaws to prosthetic dentures. JAmDentAss., 27, 5, 667; 1940.
- Pichler-Trauner: Die Alveolarkamoplastik. ZStom., 8, 675; 1930.
- Precht: Über Abdruckverfahren bei zahnlosen Kiefern. DZW, 40, 951; 1935.
- Pryor, W. J.: Physical forces or phenomena utilized in retention of dentures. North-West Dent., 26, 79–83; 4. 1947.
- Reichart, P. R.: Zur Frage des Haltes der maxillären und mandibulären Plattenprothesen. Diss. Leipzig 1934.
- Reichenbach: Die Abdruckmethode beim zahnlosen Unterkiefer nach Prof. Schlosser. ZR, 19, 771; 1932.
- Rehm, H.: Die Stabilisierung unterer Totalprothesen, unter besonderer Berücksichtigung der Flügelverankerung. ZR, 4, 161; 1933.
- Abdruckverfahren beim zahnlosen Ober- und Unterkiefer. Herm. Meußner, Verlag, Berlin 1934.
- Bemerkungen der Abdrucknahme beim zahnlosen Ober- und Unterkiefer. DZW, 9, 195; 1934.
- Der Funktionsabdruck und die Unterfütterung mit Guttapercha beim unbezahnnten Unterkiefer. ZR, 34, 1353; 1934.
- Die praktische Auswertung der anatomisch-physiologischen Grundlagen des zahnlosen Kiefers für den Totalersatz durch den Abdruck. DZMuK, 3, 44; 1936.
- Die Unterfütterung ganzer oberer und unterer Prothesen. Herm. Meußner, Verlag, Leipzig 1937.
- Vermeidung und Behebung von Mißerfolgen bei totalen Prothesen. J. F. Lehmanns Verlag, München/Berlin 1937.
- Klinische Fälle. DZW, 28, 653; 1939.
- Ristow, B.: Über chirurgische Formgestaltung des atrophischen Kiefers zum Zweck prothetischer Versorgung nach Waßmund. ZR, 27, 1214; 1933.
- Scheff-Pichler: Handbuch der Zahnheilkunde. IV. Band 1929.
- Schmitz, W.: Wie vermeiden wir Fehler bei der Herstellung der totalen Prothese? Berlin. Verlagsanstalt 1941.
- Schröder: Zur Frage der Erhöhung des Nutzeffektes der Plattenprothese. Berlin. Verlagsanstalt 1924.
- Lehrbuch der technischen Zahnheilkunde. Berlin 1925.
- Die verschiedenen Ersatzmöglichkeiten im Lichte der heute zur Verfügung stehenden Werkstoffe. DZW, 43, 27; 1940.
- Schwatz, J.: Gibt es eine schleimhaut-adäquate Abdruckmethode? ZStom., 33, 6, 362; 1935.
- Sears, V. H.: Der gegenwärtige Stand der Herstellung von künstlichen Gebissen in Amerika. ZStom., 10, 1017; 1928.
- Sicher, H. und Tandler, J.: Anatomie für Zahnärzte. J. Springer, Verlag, Berlin 1928.

- Simms, W.*: The flat lower denture problem. *BritDentJ*, 18, 1096; 1925.
- Simoness*: L'empreinte-valve pour dentier complet inférieur. *SMfZ*, 54, 541; 1944.
- Slack, F. A.*: Alveolar Absorption. *South-AfricanDentJ*, 20, 361–362; 12.1946.
- Smith*: A comparison of some of the methods of taking impressions for full dentures. *JAmDentAss.*, 6, 1123; 1931.
- Speck, Th.*: Zur fazialen und oralen Gestaltung totaler Ersatzstücke. *DZW*, 38, 31, 721; 1935.
- Spreng, M.*: Der Kauabdruck. *SMfZ*, 2, 65; 1930.
- Der Kauabdruck. Urban und Schwarzenberg. Wien/Berlin 1932.
- Vom zahnärztlich-prothetischen Behandeln. *SMfZ*, 8, 1224; 1938.
- Der Umfang der Prothesenbasis bei gänzlicher Zahnlosigkeit. *SMfZ*, 52, 8, 665; 1942.
- Stedimann, B. St. J.*: Eine Methode zur Überwindung empfindlicher Stellen entlang dem vorderen Teil des Unterkieferkammes bei unteren Totalprothesen. *BritDentJ*, 13, 69; 1942.
- Stockfisch*: Der Abdruck als Grundlage der prothetischen Arbeit. *DZW*, 45, 9, 120; 1942.
- Stoloff*: Abdrucktechnik für ganze Unterstücke. *DentDig.*, 3, 157–163; 1928.
- Strauß, F.*: Der Ventilabdruck nach Prof. Wild. *SMfZ*, 48, 5, 427; 1938.
- Szabó, J.*: Zahnersatz am Unterkiefer bei vollständigem Alveolarschwund. *ZStom.*, 1, 45; 1923.
- Tench, R.*: Eine Methode, untere Ersatzstücke zum festen Halten zu bringen. *DentDig.*, 3; 1919.
- Die Befestigung ganzer Ober- und Unterstücke. *DentDig.*, 6; 1919.
- Trebtsch*: Zur Technik des Funktionsabdruckes. *VfZ*, 264; 1928.
- Zur Indikationsstellung des Funktionsabdruckes bei zahnlosen Kiefern. *ZStom.*, 8, 698; 1930.
- Der Funktionsabdruck. *ZR*, 27, 1194; 1931.
- Ulsaver, E. S.*: One way to secure comfort in full lower dentures when the ridge has been resorbed. *DentDig.*, 1, 29; 1930.
- Vickers*: Eine neue Methode der Retention unterer Gebisse. *BritDentJ*, 1, 11; 1923.
- Villain*: La réalisation de l'équilibre bio-mécanique en prothèse totale. *L'Odontologie*, 5; 1937.
- Vollmar*: Untersuchung über die möglichen Belastungsgrößen von unteren Prothesen mit verschiedenen Basisflächen. Diss. Bonn 1931.
- De Vriendt*: Comment j'obtiens des résultats dans la confection des dentiers complets? *RevOd.*, 4, 331; 1934.
- Wallis-Davy, R. und Ellian, B.*: Prise d'empreinte physiologique pour les dentiers complets et présentation d'un nouveau procédé. *L'Odontologie*, 7, 517–532; 1935.
- Wannemacher*: Die anatomisch-physiologischen Grundlagen des totalen Zahnersatzes. *DZMuK*, 3, 1, 33; 1936.
- Wäßmund*: Über chirurgische Formgestaltung des atrophischen Kiefers zum Zwecke prothetischer Versorgung. *VfZ*, 3, 305; 1931.
- Watermann*: Lower denture technique. *DentOnt.*, 2, 61; 1929.
- Wenger, H.*: Untersuchungen über funktionsbedingte Randgestaltung unterer Zahnprothesen. *SMfZ*, 54, 892; 1944.
- Whynmann*: The retention of full lower denture by the valve principle. *DentItInt.*, 5, 343; 1934.
- Wild, W.*: Der Halt der oberen totalen Prothese. *ZStom.*, 35, 1, 211; 1937.
- Der Ventilabdruck beim zahnlosen Oberkiefer. *ZR*, 40, 1679; 1938.

Wirner, E.: Aktuelle Bestrebungen zur Funktionsverbesserung der Vollprothese. DZW, 582 und 632; 1938.

Wisn: Mechanische Befestigung unterer Zahnersatzstücke. Cosmos, 2; 1924.

Wolff: Eine Befestigungsmöglichkeit für Prothesen am unbezahnten Unterkiefer. KorrfZ, 6, 209; 1926.

Wustrow, P.: Über die Verankerung totaler Prothesen. F. W. J. Wien 1936.

*

Meinem verehrten Lehrer und Chef, Herrn Prof. Dr. med. *W. Wild*, möchte ich an dieser Stelle den herzlichsten Dank aussprechen für die Mitarbeit und das Interesse, das er dieser Arbeit entgegenbrachte.

Ebenso möchte ich es nicht unterlassen, Herrn *J. E. Bissegger* für die Mühe und Sorgfalt, welche er für die Herstellung der Photographien aufwendete, bestens zu danken. In gleicher Weise bin ich Herrn *Erb*, Zahntechniker, zu Dank verpflichtet.

Curriculum vitae

Ich wurde am 20. August 1916 in St. Gallen geboren, besuchte in Bülach (Kt. Zürich) die Primar- und Sekundarschule. Anschließend trat ich in eine Lehre als Zahntechniker ein. Nach der Abschlußprüfung betätigte ich mich in diesem Berufe während eines Jahres.

Im Herbst 1939 bestand ich an der Kantonsschule Trogen die eidg. Maturitätsprüfung. 1940 immatrikulierte ich mich an der Universität Zürich, wo ich sämtliche vorklinischen und klinischen Studien absolvierte und im Frühjahr 1947 die zahnärztliche Fachprüfung bestand. Seit dieser Zeit bin ich als Assistent an der Prothetischen Abteilung des Zahnärztlichen Institutes Zürich, bei Herrn Prof. *Wild*, tätig. Unter seiner Leitung entstand die vorliegende Arbeit.

